



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

PCT/CH

10/516953
03/00366

REC'D 17 JUN 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 06. Juni 2003

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

Heinz Jenni

**PRIORITY
DOCUMENT**

RECEIVED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

Patentgesuch Nr. 2002 0969/02

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Verfahren zur Herstellung eines ionendurchlässigen und elektrisch leitfähigen, flächigen Materials, sowie Material erhältlich nach dem Verfahren, und Brennstoffzelle.

Patentbewerber:

Balthasar C. Miller
Heideggweg 6
5000 Aarau

Vertreter:

Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz

Anmeldedatum: 06.06.2002

Voraussichtliche Klassen: H01M

Verfahren zur Herstellung eines ionendurchlässigen und elektrisch leitfähigen, flächigen Materials, sowie Material erhältlich nach dem Verfahren, und Brennstoffzelle

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines faserigen, flächigen und ionendurchlässigen Materials aus Kunststofffasern, sowie ein nach diesem Verfahren hergestelltes Material, und eine Brennstoffzelle.

Stand der Technik

- 10 Mit einer Brennstoffzelle kann Energie auf elektrochemischen Weg umgewandelt werden in elektrische Energie. Eine bekannte Brennstoffzelle besteht aus zwei zueinander benachbarten Kammern, in welchen je eine Elektrode, Anode resp. Kathode, in einem Elektrolyten aufgenommen ist. Die beiden Kammern sind durch eine poröse Trennwand (Elektrolyt) voneinander getrennt, welche elektrisch leitfähig
15 ist und einen Ionenaustausch ermöglicht.

Die Herstellung der durchlässigen Membran ist mit grossem Aufwand verbunden. Es ist beispielsweise bekannt, als Trägermaterial ein Karbonfaservlies zu verwenden. Das Karbonfaservlies wird mit einer leitfähig und porös machenden

- 20 Imprägnierungsrezeptur (z.B. Nafion) imprägniert.

Aufgabe

- Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem ein poröses, flächiges und elektrisch leitfähiges Material kostengünstig und
25 vorzugsweise in einem kontinuierlichem Verfahren herstellbar ist. Noch ein Ziel ist es, ein flächiges, ionendurchlässiges Material bereitzustellen, welches insbesondere in Brennstoffzellen einsetzbar ist.

Beschreibung der Erfindung

- 30 Erfindungsgemäss wird bei einem Verfahren gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 Kurzschnittfasern einer bestimmten Länge zunächst fibrilliert, sodann in einer

Papiermaschine, vorzugsweise einer Nassvliesmaschine, zu einer unendlichen Bahn geformt, und die Bahn oder Teile davon einer Temperaturbehandlung unterzogen. Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt die kostengünstige Herstellung eines ionendurchlässigen Materials. Vorteilhaft werden die Kurzschnittfasern durch die

5 Temperaturbehandlung wenigstens teilweise angeschmolzen. Dies hat den Vorteil, dass die Bahn an der Oberfläche eine stärker verdichtete und weniger poröse Schicht aufweist. Die Kurzschnittfasern besitzen vorteilhaft eine Schnittlänge zwischen 4 und 40 mm, vorzugsweise zwischen 8 und 12mm.

10 Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Bahn zur Herstellung der elektrischen Leitfähigkeit durch Erhitzung karbonisiert. Überraschenderweise ist es nun gelungen darzustellen, dass unter Verwendung des papiermacherischen Herstellvorganges zur Bildung eines Faservlieses, es auch möglich ist, ein mikroporöses Material aus Kunststofffasern herzustellen, welches

15 durch eine nachträgliche Umwandlung des Kunststoffs in Kohlenstoff, elektrisch leitfähig gemacht wird. Dies im Unterschied zum Stand der Technik, gemäss welchem bereits elektrisch leitfähige Karbonfasern eingesetzt werden, um diese zu einem flächigen Material zu verarbeiten. Die Mikroporosität des flächigen Materials wird sodann durch Beschichten mit einer porös machenden Imprägnierungsrezeptur

20 hergestellt. Das nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Material kann die gleiche Funktion wie die bekannten Membranen, welche mit einer Beschichtung versehen werden, erfüllen. Dies hat den technischen und wirtschaftlichen Vorteil, dass man mit relativ einfachen technischen Mitteln, ein mikroporöses Material kostengünstig in einem kontinuierlichen Produktionsvorgang fabrizieren kann.

25 Vorzugsweise wird das flächige Material vor dem Karbonisierungsvorgang in einem Spannrahmen fixiert. Dies hat den Vorteil, dass sich die Porengrösse beim Karbonisierungsvorgang nicht oder nur unwesentlich ändert. Vorteilhaft werden die Kurzschnittfasern in einem Lösungsmittel, vorzugsweise Wasser, zu einer Pulpe

30 aufgeschwemmt werden und dann fibrilliert. Die Fibrillierung (Bildung von

~~abstehenden Fasern) geschieht zweckmässigerweise in einem Refiner. Der~~
~~genauere Aufbau des Verfahrens ist in der Zeichnung dargestellt.~~

fibrilliert wird, beträgt vorteilhaft zwischen ungefähr 0.1 und 0.01 Gewichtsprozent, vorzugsweise zwischen 0.05 und 0,02 Gewichtsprozent. Mit diesen Anteilen konnten gute Resultate erzielt werden.

- 5 Zur Herstellung der Bahnen kann eine Mischung aus fibrillierten und nicht-fibrillierten Fasern eingesetzt werden. Damit lässt sich die Porosität der Bahn steuern. Die Bahnen können ein Flächengewicht von typischerweise zwischen 45 bis 150g/m² aufweisen. Vorteilhaft werden Fasern mit einem Titer bis maximal 15 dtex, vorzugsweise bis maximal 8 dtex und besonders bevorzugt mit einem Titer bis
- 10 maximal 3,0 dtex verwendet.

- Gemäss einer vorteilhaften Ausführungsvariante werden Kunststofffasern wenigstens einer ersten und einer zweiten Art eingesetzt. Diese können aus chemisch unterschiedlichen Kunststoffen bestehen oder Zusatzstoffe beinhalten. So kann ein
- 15 Anteil der verwendeten Kunststofffasern ein Edelmetall beinhalten. Das Edelmetall kann die Funktion eines Katalysators haben.

- Vorteilhaft wird das flächige Material vor dem Karbonisieren wenigstens einmal kalandriert. Dies kann zu einer Verdichtung der oberen Schicht führen, insbesondere
- 20 dann, wenn der Kalandrierungsvorgang bei erhöhter Temperatur stattfindet. Vorzugsweise wird das Material vor dem Karbonisieren zweimal kalandriert und zwar dermassen, dass der erste Kalandrarbeitgang das gesamte Material verdichtet und der zweite Kalandrarbeitgang die beidseitigen Papieroberflächen durch Anschmelzen der fibrillierten Fasern zu einem filmähnlichen, porösen Material
- 25 verändert. Die Wärmeeinwirkung und Druck können dabei so gewählt werden, dass das kalandrierte Material danach die gewünschte Porengrössen, z.B. < 5µm, vorzugsweise < 2µm, aufweist. Zweckmässigerweise werden nicht-kristalline Kunststofffasern, z.B. Acryl- oder Aramidfasern, eingesetzt. Diese lassen sich - im Unterschied zu kristallin vorliegenden Kunststoffen - gut fibrillieren.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch Faseriges, flächiges und poröses Material erhältlich durch ein Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 18.

Weiter ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung eine Brennstoffzelle mit

5 wenigstens zwei mittels einer porösen, elektrisch leitfähigen Trennwand getrennten Kammern, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Trennwand wenigstens teilweise durch ein Material gemäss Anspruch 19 gebildet ist. Ebenso ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines Materials erhältlich gemäss einem der Ansprüche 1 bis 18 als mikroporöser Träger für eine Membrane, insbesondere Proton

10 Exchange Membran (PEM).

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher beschrieben.

Fig. 1 Querschnitt durch ein nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestelltes neuartiges, flächiges Material

Fig. 2 Prinzipschema einer Brennstoffzelle mit einer Protonendurchlässigen (PEM-) Membran

15 Die Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch ein nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestelltes neuartiges, flächiges Material 11. Das Material 11 besitzt einen mittleren faserigen Kern 13 und an den Oberflächen mikroporöse Deckschichten 15, welche stärker verdichtet sind als der faserige Bereich 13. Der faserige Kern 15 und die Deckschichten 15 bestehen im wesentlichen aus Kurzschnittfasern einer

20 bestimmten Länge. Die Kurzschnittfasern der Deckschichten 15 sind vorzugsweise durch ein- oder mehrfaches Kalandrieren stärker verdichtet und teilweise angeschmolzen.

Eine bekannte Brennstoffzelle besitzt zwei Elektroden, eine Anode 17 sowie eine

25 Kathode 19, welche an den gegenüberliegenden Oberflächen einer protonendurchlässigen Membran 21 angeordnet oder aufgebracht sind. An der Anode

wird Wasserstoff oxidiert, und das bei der Oxidation entstehende Wasserstoffion

durchquert die protonendurchlässige Membran (PEM) und erreicht die Kathode. Durch den externen, geschlossenen Stromkreislauf wandern die Elektronen zur Kathode und verrichten dabei elektrische Arbeit. An der Kathode nehmen die Wasserstoffionen je ein Elektron auf und reagieren in Gegenwart von Sauerstoff zu Wasser.

Das Verfahren zur Herstellung des flächigen, elektrisch leitfähigen Materials wird nachfolgend beispielhaft näher beschrieben:

Zunächst werden zur Herstellung von Kurzschnittfasern Kunststofffasern, vorzugsweise Acryl-Kunststofffasern, auf eine bestimmte Länge, vorzugsweise zwischen 8 und 12 mm, geschnitten. Danach wird eine Pulpe aus den Kurzschnittfasern und Wasser hergestellt. Vorteilhafterweise werden die Fasern in einem Jones Refiner fibrilliert, bei einer Stoffdichte von ca. 0,5 bis 0,02%. Es hat sich gezeigt, dass Fasern mit einem Titer von 1,2dtex bis 3,0 dtex und Schnittlängen von 8 bis 12 mm, sich am besten eignen, um ein gutes Fibrillierungsergebnis und eine gute Blattbildstruktur zu erreichen. Die Abmessungen der Fibrillen sind abhängig von der Polymerstruktur. Bei Acrylfasern konnte man beobachten, dass die Fibrillen bis 2mm lang werden und einen Durchmesser von ca. 0.2µm haben. Je mehr Fibrillen an den einzelnen Fasern geschaffen werden können, desto dichter wird das Faservlies. Der Refiner hat vorteilhafterweise einen Schnittwinkel von $< 5^\circ$ und die Schneidflächenzwischenräume sollten 2/3 der Faserlänge nicht überschreiten. Das Material des Refinerkonuses kann Metall sein oder auch aus Basalt gefertigt worden sein.

Ein Teil dieser erwähnten Fasern belässt man im ursprünglichen, nicht fibrillierten Zustand und mischt diese später in die Pulpe der fibrillierten Fasern. Dadurch erhöht sich die Porosität der Mittelschicht des späteren fertigen Materials und als sekundärer Effekt auch die Steifigkeit und Zugfestigkeit / Arbeitsaufnahmevermögen. Die nicht fibrillierten Fasern können auch sog. Sheet Core Fasern sein. Es ist dabei möglich, dass die nicht fibrillierte Faser, auch einen geringeren Faserdurchmesser als die fibrillierte Faser aufweisen darf, um die Bildung von grösseren Poren zu verhindern. Die fibrillierten Fasern werden nach der Behandlung im Refiner weiter verdünnt und

eventuell mit anderen Faserarten abgemischt, z.B. solchen, die einen katalytischen Vorgang unterstützen. Die Verdünnung hilft, um die Bildung von Faserbündeln, Flockenbildung und Knoten zu verhindern. Ebenso unterstützt die Verdünnung eine spätere gleichmässige Faserablage bei der Papierbahnbildung im nachfolgenden

5 Schrägsiebstoffauflauf. Eine weitere Verdünnung erfolgt nach der Maschinenbütte auf dem Weg zum Stoffauflauf, so dass vor diesem ein Verdünnungsgrad des Faserstoffes mit Wasser von 0,0004% bis 0.00015% entsteht. Diese extreme Verdünnung ist vorteilhaft, um eine gleichmässige Faserverteilung auf dem Papiermaschinensieb sicherzustellen, für die Einzelablage jeder einzelnen Faser. Beim Schrägsieb erfolgt

10 bekanntlich die Entwässerung und Blattbildung innerhalb des Stoffauflaufes. An der Auslauflippe des Schrägsiebs erscheint die Bahn dann fertig konsolidiert. Das nachfolgende Entwässern der Papierbahn mittels Saugflächen auf dem Papiermaschinen (PM) Sieb entfällt zum grössten Teil, eine Beeinflussung der Faserformation ist ausgeschlossen.

15

Die nun fertige Papierbahn verlässt das Papiermaschinen Sieb und läuft im freien Zug über auf das Trag- und Transportsieb des Trockenapparates. Dies kann ein Flachbahn-Durchström-Trockner sein, bei welchem der Luftstrom die Bahn auf dem Sieb fixiert und durch den Luftdurchblasvorgang das restliche Wasser zwischen den Fasern

20 abtrocknet. Dadurch, dass die Fasern fibrilliert sind und sich bei der Blattbildung im Stoffauflauf eine Verfilzung der Fasern ergeben hat, hat die Bahn genügend innere Festigkeit, so dass sie im freien Zug von Tragwalze zu Tragwalze sich selbst ziehen und in einem Kalandrierer verdichtet werden kann. Anschliessend kann sie gerollt zu werden.

25

Neu ist, dass ein solches Papier bei geeigneter, mehrfachen Kalandrierung so gestaltet wird, dass ein mikroporöses Filter- oder Trennmateriale entsteht und daraus mittels der nachträglichen Karbonisierung des Gesamtmaterials, ein elektrisch leitfähiges Trennmateriale entstehen kann, welches zum Trennen von z. B. Ionen geeignet ist. Das

30 hier karbonisierte und beschriebene Material, kann demzufolge als mikroporöses

~~Tauglich für eine PEM-Membran (Proton Exchange Membrane) oder ähnliches.~~

eingesetzt werden. Das Membranmaterial kann nachträglich mit einer Katalysatorbeschichtung oder ähnlichem veredelt werden, um zusätzliche Funktionen zu erlangen.

- 5 Die Fibrillierung der Fasern und die anschliessende Behandlung im Kalandrier, ist für die Bildung der Poren von Bedeutung. Insbesondere ist auch der Temperaturführung des Kalandriers, respektive die gesamte Arbeitsenergie-Bilanz des Kalandriers in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Die Energiebilanz ist in Abhängigkeit von den polymeren Strukturen einzustellen und eine wichtige Grösse für die
- 10 Reproduzierbarkeit des Produktes. Z.B. hat es sich bei einem Acrylfaserpapier von 60g/m^2 gezeigt, dass eine erste Kalandrierung bei ca. 85°C und einer Linienlast von $60 - 70\text{ kp/cm}$ und einer zweiten Kalandrierung bei 105°C bis 120°C und einer Linienlast von 75kp/cm , eine Porengrösse von $< 2\mu\text{m}$ reproduzierbar erreichen lässt. Die Geschwindigkeit der Papierbahn betrug bei den Versuchen 12 bis 24 m/min.
- 15 Beim zweiten Kalandrierdurchgang bildete sich an der Paperoberfläche eine filmähnliche Haut, weil durch die zugeführte Energie das Acryl plastisch wird. Diese bleibt jedoch wegen der ursprünglichen Fibrillierung der Fasern mikroporös. Darunter befindet sich dann eine Schicht von nicht geschmolzenen Fasern, die aber durch die Kalandrierung sehr kompakt verdichtet wurde. Diese poröse Mittelschicht saugt sich
- 20 voll und gibt die zu trennenden Substanz, sehr gleichmässig verteilt an die zweite geschmolzene Schicht, auf der gegenüberliegenden Seite, also der Papierunterseite ab, von wo sie dann austreten kann.

- Es hat sich bei Versuchen gezeigt, dass die Poren sich nicht oder nur unwesentlich
- 25 verändern, wenn das Papier vor dem Karbonisierungsvorgang in einem Spannrahmen fixiert wurde. Die Karbonisierung der Bahn resp. des flächigen Materials kann in Stufen bei Temperaturen zwischen 600°C und 1300°C ablaufen. Vorzugsweise erfolgt die abschliessende Vollkarbonisierung bei Temperaturen oberhalb 1000°C und insbesondere oberhalb ca. 1150°C , vorzugsweise bei ca. 1250°C . Durch die
- 30 Karbonisierung kann die für den Einsatz in Brennstoffzellen nötige elektrische Leitfähigkeit hergestellt werden.

Zur Kalandrierung geeignet ist jeder Kalandrierer, die Walzenbezugsmaterialien können aus Baumwolle oder anderem faserigen Material bestehen (z. B. aus Polyimid, Aramid, in Abmischungen mit anderen Fasern und auch als beschichtete Fasern, z.B. mit Aluminium bedampft) sofern er die notwendige Arbeitsenergie zur Verformung der Fasern aufbringen kann (Arbeitsenergie = Papiertemperatur + Wärmezuführung + Liniendruck + Antriebsleistung). Es empfiehlt sich, möglichst viele der Parameter an dem eingesetzten Kalandrierer als Stellgrösse festzuhalten um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Es hat sich aber auch gezeigt, dass man ein Ergebnis mit einem Walzenpaar Stahl auf Stahl erzielen kann. Die Versuche wurden an einem Mehrwalzenkalandrierer gemacht und es zeigte sich, dass es für das technische Ergebnis unwesentlich ist, ob ein Kalandrierer nur zwei oder mehrere Walzenpaare anbietet. Mehrere Walzenpaare haben den Vorteil der höheren Produktivität und der besseren Qualitätssicherheit, doch dies sind schon lange bekannte Vorgänge aus der klassischen Kondensator - Papierherstellung.

Das fertig kalandrierte Papier aus Kunststofffasern hat ein milchiges Aussehen und weist wenig Opazität auf. Durch die Kalandrierung hat seine Zugfestigkeit sich ca. verdreifacht gegenüber dem Zustand des Materials nach dem Trocknen. Die Rohdichte beträgt 0,65 bis etwa 0,9 g/cm³. Das Papier ist aufgerollt auf einer Hülse. Zur Umwandlung des Papiers in ein Kohlenstoff-Produkt, wird das Papier zu Bogen geschnitten. Diese Bogen können in Rahmen aus keramischem Material eingespannt werden, um das Papier fixiert in den Autoklav geben zu können. Für die Wärmebehandlung im Autoklav kann in Analogie zu einem Wärmeprozess für die Herstellung von Kohlenstofffasern, vorgegangen werden. Diese Vliese resp. Bogen, nun als mikroporöses Kohlenstoffprodukt vorliegend, können nunmehr mit einer Katalysatorbeschichtung versehen und weiteren Beschichtungen oder Veredelungen unterzogen werden.

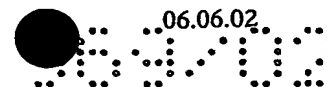
Es können bekanntlich eine Vielzahl von Polymermaterialien fibrilliert werden, nicht nur jene, die in der Papierherstellung verwendet werden. Es ist jedoch nicht fibrilliert

werden. Der Vorgang zur Bildung einer Pulpe ist seit langem allgemein bekannt und in der Fachliteratur beschrieben, auch dass daraus Papier, unter Zuhilfenahme von traditionellen Papierherstellungsmaschinen, gebildet werden kann.

- 5 Ein faseriges, flächiges und ionendurchlässiges Material aus Kunststofffasern, insbesondere aus synthetisch versponnenen Fasern, wie z.B. Acrylfasern oder Aramidefasern, wird zu Kurzschnittfasern einer bestimmten Länge verarbeitet und dann fibrilliert. In einer Nassvliesmaschine (Papiermaschine) werden die fibrillierten Fasern zu einer unendlichen Bahn geformt, und dann die Bahn oder Teile
- 10 davon einer Temperaturbehandlung unterzogen. Durch die Temperaturbehandlung werden die Kurzschnittfasern wenigstens teilweise angeschmolzen, sodass an der Oberfläche stärker verdichtete mikroporöse Lagen entstehen. Die Bahnen, welche wenigstens teilweise aus elektrisch nicht leitfähigen Kunststofffasern bestehen, werden elektrisch leitfähig gemacht, indem die Bahn resp. die elektrisch nicht
- 15 leitfähigen Kunststofffasern durch Erhitzung karbonisiert (graphitized) wird resp. werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines faserigen, flächigen und ionendurchlässigen
5 Materials aus Kunststofffasern, insbesondere aus synthetisch versponnenen Fasern
(z.B. Acrylfasern),
dadurch gekennzeichnet,
 - dass Kurzschnittfasern einer bestimmten Länge zunächst fibrilliert
 - in einer Papiermaschine, vorzugsweise einer Nassvliesmaschine, zu einer
10 unendlichen Bahn geformt werden, und
 - dann die Bahn oder Teile davon einer Temperaturbehandlung unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die
Temperaturbehandlung die Kurzschnittfasern wenigstens teilweise angeschmolzen
werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung
der elektrischen Leitfähigkeit die Bahn durch Erhitzung karbonisiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das flächige Material
vor dem Karbonisierungsvorgang in einem Spannrahmen fixiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Kurzschnittfasern in einem Lösungsmittel, vorzugsweise Wasser, zu einer Pulpe
aufgeschwemmt und dann fibrilliert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
Fasern in einem Refiner fibrilliert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoffdichte im
25 Refiner ungefähr 0.1 bis 0.01 %, vorzugsweise 0.05 bis 0,02%, beträgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine
Mischung aus fibrillierten und nicht-fibrillierten Fasern eingesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die
fibrillierten Fasern zu Bahnen mit einem Flächengewicht von typischerweise
30 zwischen 45 bis 150g/m² gebildet werden.



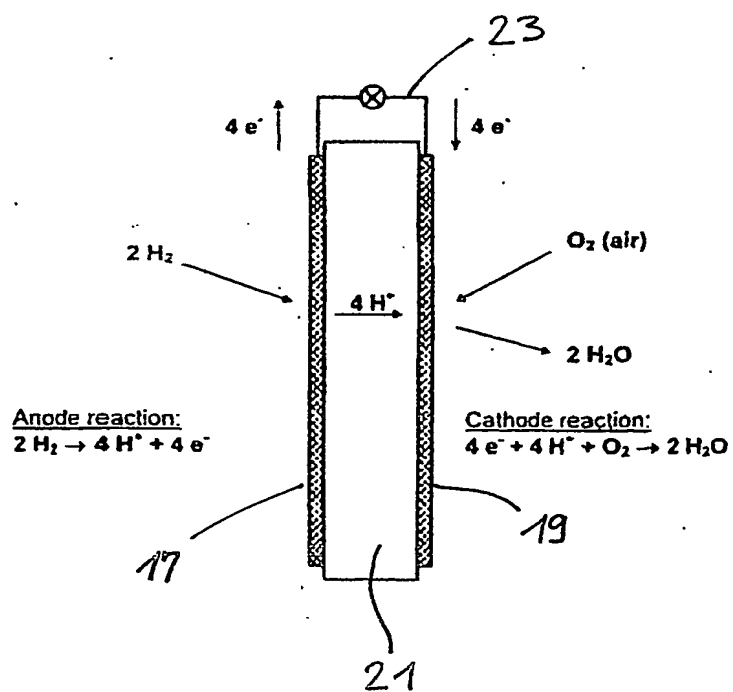
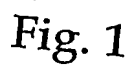
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Fasern mit einem Titer bis maximal 15 dtex, vorzugsweise bis maximal 8 dtex und besonders bevorzugt mit einem Titer bis maximal 3,0 dtex verwendet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Fasern mit Schnittlängen zwischen 4 und 40 mm, vorzugsweise zwischen 8 und 12 mm zur Herstellung des flächigen Materials verwendet werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Kunststofffasern wenigstens wenigstens einer ersten und einer zweiten Art eingesetzt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern einer zweiten Art anteilig mindestens ein Edelmetall oder andere Zusatzstoffe beinhalten.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das flächige Material vor dem Karbonisieren wenigstens einmal kalandriert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Kalandrieren bei erhöhter Temperatur durchgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Material vor dem Karbonisieren zweimal kalandriert wird und zwar dermassen, dass der erste Kalandrarbeitsgang das gesamte Material verdichtet und der zweite Kalandrarbeitsgang die beidseitigen Papieroberflächen durch Anschmelzen der fibrillierten Fasern zu einem film-ähnlichen, porösen Material verändert.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass Wärmeeinwirkung und Druck so gewählt werden, dass das kalandrierte Material Porengrößen von $< 5\mu\text{m}$, vorzugsweise $< 2\mu\text{m}$ aufweist.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass nicht-kristalline Kunststofffasern, z.B. Acryl- oder Aramidfasern, eingesetzt werden.
19. Faseriges, flächiges und poröses Material erhältlich durch ein Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 18.

20. Material nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch einen faserigen Kern (13) und an den gegenüberliegenden Oberflächen mikroporöse Deckschichten (15), welche stärker verdichtet sind als der faserige Bereich (13).
21. Brennstoffzelle mit wenigstens zwei mittels einer porösen, elektrisch leitfähigen Trennwand getrennten Kammern, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand
5 wenigstens teilweise durch ein Material gemäss Anspruch 19 gebildet ist.
22. Verwendung eines Materials erhältlich gemäss einem der Ansprüche 1 bis 18 als mikroporöser Träger für eine Membrane, insbesondere PEM Membran.

Zusammenfassung

Ein faseriges, flächiges und ionendurchlässiges Material aus Kunststofffasern, insbesondere aus synthetisch versponnenen Fasern, wie z.B. Acrylfasern oder Aramidefasern, wird zu Kurzschnittfasern einer bestimmten Länge verarbeitet und dann fibrilliert. In einer Nassvliesmaschine (Papiermaschine) werden die fibrillierten Fasern zu einer unendlichen Bahn geformt, und dann die Bahn oder Teile davon einer Temperaturbehandlung unterzogen. Durch die Temperaturbehandlung werden die Kurzschnittfasern wenigstens teilweise angeschmolzen, sodass an der Oberfläche stärker verdichtete mikroporöse Lagen entstehen. Die Bahnen werden elektrisch leitfähig gemacht, indem die Bahn durch Erhitzung karbonisiert wird.

(Fig. 1)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.